



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 196 52 769 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
D 21 G 1/02
D 21 G 9/00
F 16 C 13/00

②1 Aktenzeichen: 196 52 769.4
②2 Anmeldetag: 18. 12. 96
④3 Offenlegungstag: 25. 6. 98

DE 196 52 769 A 1

⑦1 Anmelder:
Voith Sulzer Papiermaschinen GmbH, 89522
Heidenheim, DE

⑦2 Erfinder:
Kustermann, Martin, Dr., 89522 Heidenheim, DE

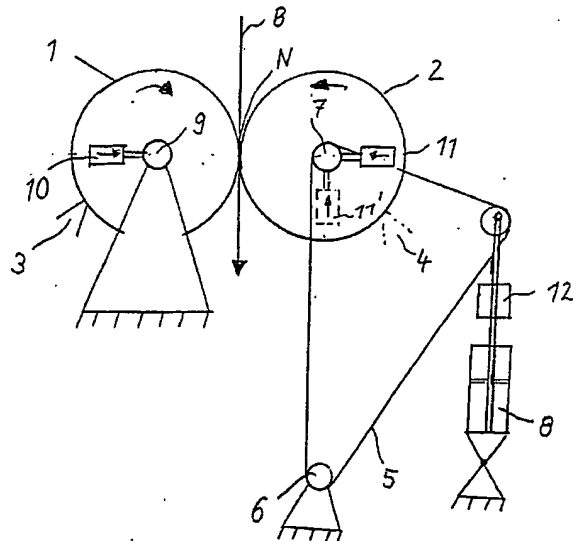
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 36 39 009 C2
DE 42 32 920 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen

⑤7 Bei einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen in einer Papiermaschine, insbesondere aber in einer Streicheinrichtung, wobei die Walzen stirnseitig in Lagerungen gehalten werden und mindestens zwei Walzen miteinander einen Nip bilden, erfolgt die Dämpfung aktiv, wobei die aktive Anregung (phasenversetzte Gegenschwingung) von außen direkt und/oder indirekt auf wenigstens eine Lagerstelle einer der Walzen wirkt.



DE 196 52 769 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen in einer Papiermaschine oder Streicheinrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie dem Oberbegriff des Anspruchs 10.

In Papiermaschinen läuft die herzustellende Bahn über eine Vielzahl von Walzen, wobei wiederum an vielen Stellen jeweils mindestens zwei Walzen miteinander einen Nip bilden, durch den die Bahn läuft, z. B. in der Pressenpartie, in Streicheinrichtungen, in Wickelaggregaten oder Glätteinrichtungen. Hierbei tritt immer wieder das Problem von Kontaktschwingungen auf.

Das Wesen der Kontaktschwingung ist jenes, daß die Achsen der beiden nipbildenden Walzen sich im Betrieb relativ zueinander bewegen und so ungewollt verformen.

Dieses Problem verstärkt sich umso mehr, je höher die Bahngeschwindigkeit ist (zum Teil über 2.000 m/min) und je breiter die Bahn und damit die Maschine mit ihren entsprechenden Walzen ist.

Bei Bahngeschwindigkeiten von über 1.000 m/min und extrem großen Bahnbreiten, die bis zu 10 m betragen können, sind die Schwingungen so groß, daß die Walzen ungleichmäßig (polygonartig) sich verformen und verschleifen. Außerdem bewirken die Schwingungen eine schlechtere Runnability.

Bei Streichmaschinen ist eine verschlechterte Qualität des Längsprofils des aufgetragenen Striches zu verzeichnen.

Es ist bereits bekannt, Schwingungen oder Durchbiegungen von Walzen auf passivem Wege zu dämpfen. Dies erfolgt z. B. durch Schaffung eines speziell gestalteten Strömungsquerschnittes eines Druckraumes in der stationären Zentralachse eines drehbaren Walzenmantels, wie in der DE 29 50 945 offenbart ist.

Aus der US-5,431,261 ist ein Verfahren zur Dämpfung von Schwingungen einer großen Masse bekannt.

Bei diesem Verfahren wird ein Schwingungsunterdrücker mit einer zusätzlichen Masse verwendet, wobei die zusätzliche Masse gegen die zu dämpfende Masse wirkt.

In der noch nicht vorveröffentlichten Anmeldung DE 196 35 216 ist ein Verfahren und eine Wickelvorführung zum Aufwickeln einer Papierbahn zu einer Rolle mit aktiver Schwingungsdämpfung beschrieben.

Hierbei umfaßt die Wickelvorrichtung eine Schwingungsunterdrückvorrichtung mit einer zusätzlichen Unterdruckmasse, die auf die Anpreßtrommel für den Tambour wirkt.

Die Schwingungsunterdrückvorrichtung umfaßt dabei mindestens einen Aktuator, der auf hydraulischem oder pneumatischem Wege arbeitet.

Der Aktuator erregt Schwingungen phasenversetzt, wodurch die Schwingungen der Anpreßtrommel weitgehend unterdrückt werden.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen Kontaktschwingungen von einander einen Nip bildenden Walzen zuverlässig beseitigt oder zumindest gedämpft werden können. Dabei soll keine zusätzliche Masse, wie beim bekannten Stand der Technik, Verwendung finden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch das Kennzeichen des Anspruchs 1 und des Anspruchs 10 gelöst.

Zweckmäßige Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfinder haben erkannt, daß eine effektive Dämpfung der Schwingungen der zusammenwirkenden, d. h. nipbildenden Walzen nur durch eine aktive Anregung von außen auf wenigstens eine der Lagerstellen einer Walze (führer-

und/oder triebseitig) erreicht werden kann. Die einzuleitenden Kräfte können dabei auch außer- oder innerhalb der Lagerstelle auf den Zapfen der Lagerung wirken. Ein an die Lagerstelle(n) gesetzter Sensor kann die Schwingung der Walzen in vorteilhafter Weise messen und einen Befehl zur aktiven Dämpfung über ein Stellglied weiterleiten.

Es ist auch denkbar, den Sensor in Maschinenmitte zu positionieren.

Zur aktiven Dämpfung werden vorteilhafterweise solche Elemente benutzt, die eine Selbstanpassung an veränderte Bedingungen erlauben.

Dies ist sehr wichtig, um auf geänderte Produktionsverhältnisse (z. B. Geschwindigkeit) oder Maschinenverhältnisse (z. B. alternder Gummibezug der Walzen mit den damit verbundenen anderen elastischen Eigenschaften) richtig und schnell reagieren zu können.

In überraschender und nicht erwarteter Weise hat sich gezeigt, daß eine aktive und effektive Gegenmaßnahme an mindestens einer Lagerstelle trotz des dort liegenden Schwingungsknotens möglich ist.

Die Gegenschwingung ist eine Sinusschwingung. Sie kann aber auch eine impulsartige Schwingungscharakteristik (Rechteckschwingung) aufweisen. Die Gegenschwingung braucht nicht auf jede Amplitude wirken, sondern z. B. auf jede zweite, dritte oder vierte usw.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden:

Das Ausführungsbeispiel bezieht sich dabei auf eine Streicheinrichtung.

Fig. 1 zeigt die schematische Ansicht zweier zueinander angeordneter paralleler Walzen 1 und 2 einer Streicheinrichtung mit jeweils zugeordneten bekannten Auftragswerken 3 und 4, die hier aber nicht näher erläutert werden sollen. Zwischen beiden Walzen durch den Nip N läuft die zu beschichtende Bahn B, deren Laufrichtung mit einem Pfeil dargestellt ist.

Die beiden Walzen sind in der Fig. 1 waagrecht nebeneinander liegend dargestellt. Selbstverständlich sind auch andere Positionen denkbar, beispielsweise eine solche, wo die Verbindungsebene ihrer Rotationsachsen mit der Horizontalen einen Winkel bildet oder wo die beiden Walzen 1 und 2 direkt senkrecht übereinander angeordnet sind, wobei die Laufrichtung der Bahn B auch eine andere sein kann.

Im gewählten Ausführungsbeispiel ist die rechte Walze 2 schwenkbar beweglich über einen Schwenkmechanismus 5 um eine zu den Walzen 1 und 2 parallele Schwenkachse 6 in einem Lager 7 gelagert. Der Schwenkmechanismus 5 wird z. B. durch einen Schwenkzylinder 8 ausgelöst.

Die Walze 1 ist fest in Lagerung 9 gelagert, wobei diese in der Regel eine Walze mit elastischem Bezug, z. B. Gummi, PU o. ä. ist. Die Walze 2 ist entweder ebenfalls elastisch bezogen oder hat einen Stahl- oder Chrommantel.

Aus Fig. 1 ist des weiteren entnehmbar die Anordnung von erfindungsgemäßen Aktuatoren 10, 11, 12. Aktuator 10 ist an das Lager 9 gekoppelt, Aktuator 11 ist an das Lager 7 gekoppelt, und Aktuator 12 leitet eine Anregung parallel oder seriell zum Zylinder 8 ein. Die genannten Aktuatoren wirken den Kontaktschwingungen mit Gegenfrequenzen entgegen. Die Eigenfrequenz solcher Systeme beträgt häufig zwischen 30 und > 100 Hertz. Alle drei genannten Aktuatoren können getrennt die aktive Dämpfung ausführen. Es sind aber auch Varianten denkbar, wonach der Aktuator 10 und 11, oder Aktuator 10 und 12 gemeinsam wirken. Bei letzterem Fall entspricht dann die Wirkrichtung des Aktuators 12 aufgrund der Umlenkung über Schwenkachse 6 wieder der von Aktuator 11 (also im wesentlichen der radialen Verbindungsline zwischen den Rotationsachsen 7 und 9 der nipbildenden Walzen 2 und 1.)

Es sind auch weitere Modifikationen denkbar, bei denen beispielsweise ein zweiter Aktuator 11' am Lager 7 angeordnet ist und dabei die Wirkrichtungen der Aktuatoren 11 und 11' im wesentlichen senkrecht aufeinander treffen.

Die Dämpfung der Kontaktschwingung ist auch erfolgreich einsetzbar bei einer solchen Anordnung von Walzen, wie sie aus Fig. 2 entnehmbar ist.

Die Fig. 2 zeigt eine 2-Walzen-Auftragsvorrichtung mit den zwei Auftragswalzen 1 und 2 und zusätzlichen Übertragungswalzen 13 und 14, die gegenläufig zu den Auftragswalzen rotieren und mit diesen ebenfalls einen Nip N (flüssigkeitsgefüllt) bilden.

Den Nip N zwischen Auftragswalze 1 und 2 durchläuft hier die Warenbahn B in anderer Richtung als bei Fig. 1.

Die Auftragswalzen weisen im allgemeinen (aber nicht notwendigerweise) den gleichen Durchmesser auf. Die Übertragungswalzen 13 und 14 haben vorzugsweise je einen kleineren Durchmesser als die Auftragswalzen. Wenigstens ein entsprechender Aktuator 10 oder 11 kann dann zur Schwingungsdämpfung an wenigstens einem Lager dieser Walzen 1 oder 2, 13 oder 14 eingesetzt werden.

Untersuchungen im Nip zwischen einer beweglichen und einer festen Walze haben folgende Auslenkungen (Schwingungen) ergeben, die mit nachfolgenden Fig. 3, 4 und 5 verdeutlicht werden sollen. Die Auslenkung wurde jeweils in der Mitte der Walzen 1 und 2, also dort, wo bei der hier untersuchten Schwingungsform auch die Verformung am stärksten ist, ermittelt.

In der Y-Achse ist die Auslenkung (Schwingung) in $\text{mm} \times 10^{-2}$ und in der X-Achse die Zeitdauer in sec aufgetragen.

In der Fig. 3 ist die Auslenkung der beweglichen Walze 2 dargestellt. Die volle Kurve zeigt dabei die starke Auslenkung ohne aktive Dämpfung. In gestrichelter Linie ist die nur noch sehr schwach – fast auf Null gehende – Auslenkung bei aktiver Dämpfung dargestellt.

In Fig. 4 ist eine weniger starke Auslenkung am Nip der festen Walze 1 zu erkennen. Auch hier ist in voller Linie die Auslenkung ohne Schwingungsdämpfung und in gestrichelter Linie mit Schwingungsdämpfung gezeichnet.

Aus Fig. 5 ist ersichtlich, daß eine kaum zu verzeichnende Auslenkung in den Lagerungen 7 und 9 auftritt. Wie bei Fig. 3 und 4 ist auch hier die Auslenkung mit und ohne Schwingungsdämpfung mit gestrichelter bzw. voller Linie dargestellt.

Eine Regelung der aktiven Dämpfung von Kontaktschwingungen kann in vorteilhafter Weise mit Hilfe eines an sich bekannten Regelkreises arbeiten. Ein Sensor erfaßt dabei die Ist-Werte der vorhandenen Schwingungen der Walzen. Diese Werte werden einer Steuerrechnereinheit zur Ermittlung von Stellgrößen für die aktive Dämpfung aufgrund eines Abgleiches der Ist-Werte mit vorgegebenen Soll-Werten weitergegeben. Aus Übersichtlichkeitsgründen wurde in den Figuren auf zeichnerische Darstellung der Regelung verzichtet.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Dämpfung von Kontaktschwingungen rotierender Walzen in einer Papiermaschine, insbesondere aber in einer Streicheinrichtung, wobei die Walzen stirnseitig in Lagerungen gehalten werden und mindestens zwei Walzen miteinander einen Nip bilden, (wobei eine der nipbildenden Walzen abschwenkbar oder abfahrbar ist), **dadurch gekennzeichnet**, daß die Dämpfung aktiv erfolgt wobei die aktive Anregung (phasenversetzte Gegenschwingung) von außen direkt und/oder indirekt auf wenigstens eine Lagerstelle einer Walze wirkt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die direkte aktive Anregung auf wenigstens eine stirnseitige Lagerstelle (Führer- und/oder Triebseite) eingeleitet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die indirekte aktive Anregung über den Anschwenkmechanismus der anschwenkbaren Walze eingeleitet wird.

4. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Gegenschwingung eine Sinusschwingung ist oder eine impulsartige Schwingungscharakteristik aufweist.

5. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zur aktiven Dämpfung Aktuatoren mit einer Dämpfungsfrequenz gemäß $f = 1/T$ verwendet werden, wobei T (Schwingungsdauer) ein ganzzahliges Vielfaches von der zu dämpfenden Schwingung ist.

6. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur indirekten Dämpfung der Dämpfungsaktuator in Reihe mit jenem Aktuator geschaltet ist, der die Verschwenkbewegung der verschwenkbaren Walze ausführt, wobei sich deren beider Hübe addieren.

7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß solche Aktuatoren für die aktive Anregung verwendet werden, die auf einem thermischen, hydraulischen, pneumatischen, elektrischen, elektromagnetischen, magnetischen, magnetostriktiven oder piezoelektrischen Wege arbeiten.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wirkrichtung der aktiven Anregung im wesentlichen der radialen Verbindungslinie zwischen den Rotationsachsen der nipbildenden Walzen entspricht.

9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die aktive Dämpfung mit Hilfe eines Regelkreises arbeitet, wobei ein Sensor die ungewollten Schwingungen der Walzen erfaßt und diese einer Steuerrechnereinheit zur Ermittlung von Stellgrößen für die aktive Dämpfung aufgrund eines Abgleiches der Ist-Werte mit vorgegebenen Soll-Werten weitergibt.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Dämpfungsaktuator mit einem eigenen Regelkreis arbeitet, wobei diese aufeinander abgestimmt werden.

11. Vorrichtung zur Dämpfung von Kontaktschwingungen von sich drehenden Walzen in einer Papiermaschine, insbesondere in einer Streichmaschine

- mit mindestens zwei Walzen, die gegeneinander gepreßt miteinander einen Nip bilden,
- die Walzen sind stirnseitig in Lagerungen gehalten,
- eine der nipbildenden Walzen ist abschwenkbar ausgebildet, dadurch gekennzeichnet, daß Aktuatoren (10, 11, 12) vorgesehen sind, die eine aktive Anregung (phasenversetzte Gegenschwingung) von außen direkt und/oder indirekt auf wenigstens eine Lagerstelle (7, 9) einer Walze (1, 2, 13, 14) einleiten.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß an diejenige Walze, die eine aktive Anregung (Gegenschwingung) erfährt, nur ein Aktuator an Führer- und/oder Triebseite gekoppelt ist.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß an diejenige Walze, die eine aktive Anregung erfährt, zwei Aktuatoren gekoppelt sind, deren

Wirkrichtungen im wesentlichen senkrecht aufeinander treffen.

14. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die miteinander einen Nip bildenden Walzen (1, 2, 13, 14) jeweils mit einem Aktuator versehen sind, deren Wirkrichtung vorzugsweise gegen den Nip verläuft. 5

15. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß ein Aktuator (12) an den Anschwenkmechanismus (5) der anschwenkbaren Walze (2) gekoppelt ist, wobei der Aktuator (12) in Reihe mit dem Schwenkaktuator (8) geschaltet ist. 10

16. Vorrichtung nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Regelkreis mit wenigstens einem Sensor und einer Steuerungsrechnereinheit zur Regelung der aktiven Dämpfung vorgesehen ist. 15

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

Fig.1

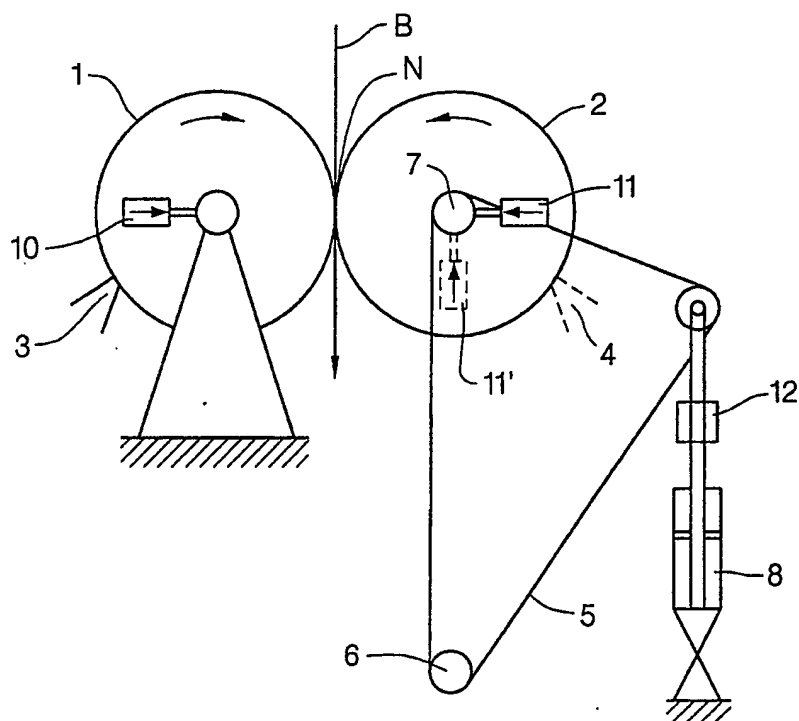
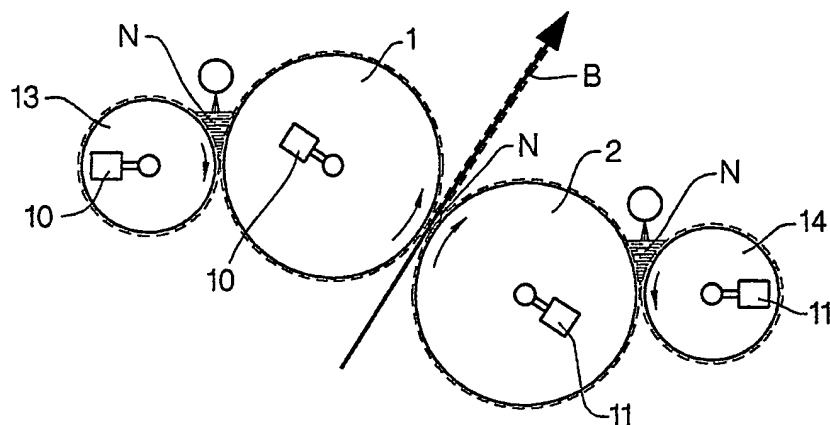


Fig.2



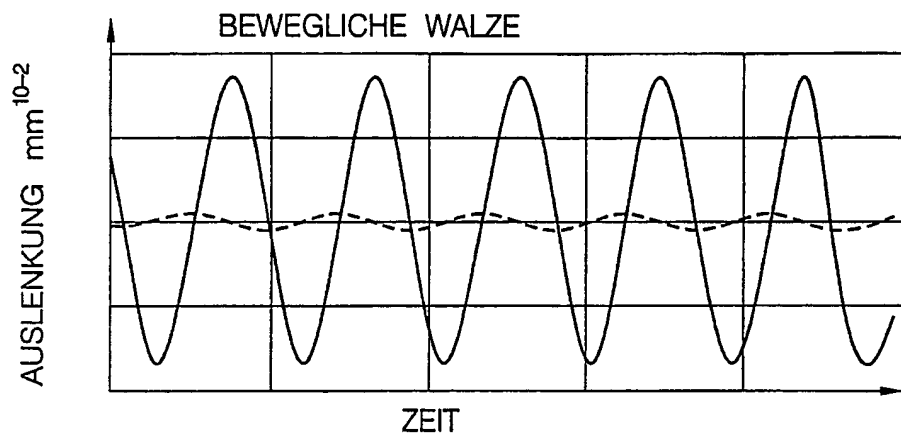


Fig.3

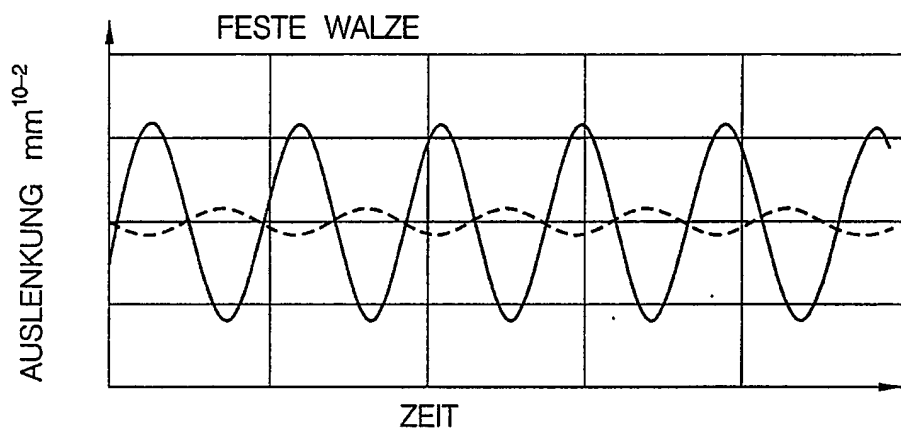


Fig.4

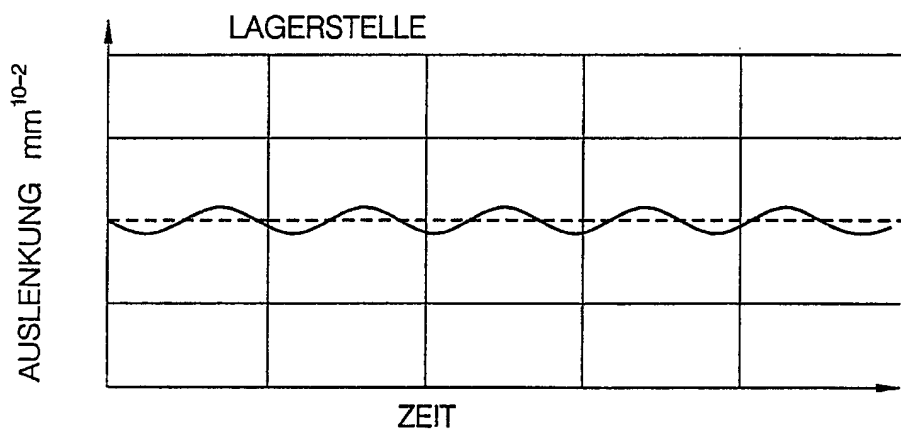


Fig.5